

PATENT APPLICATION

IN THE UNITED STATES PATENT AND TRADEMARK OFFICE

In re the Application of:

YASUI et al

Group Art Unit: Not yet assigned

Application No.: New Application

Examiner: Not yet assigned

Filed: October 29, 2003

Attorney Dkt. No.: 60626.00009

For: A METHOD AND AN APPARATUS FOR PREDICTING INTAKE MANIFOLD
PRESSURE OF AN INTERNAL-COMBUSTION ENGINE

CLAIM FOR PRIORITY UNDER 35 USC § 119

Commissioner for Patents

P.O. Box 1450

Alexandria, VA 22313-1450

October 29, 2003

Sir:

The benefit of the filing dates of the following prior foreign application(s) filed in the following foreign country(ies) is hereby requested for the above-identified patent application and the priority provided in 35 U.S.C. §119 is hereby claimed:

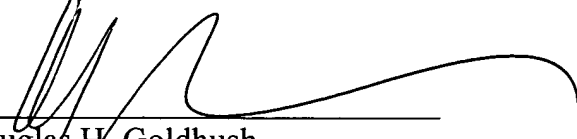
Japanese Patent Application No. 2002-315473 filed on October 20, 2002 in Japan

In support of this claim, certified copy(ies) of said original foreign application(s) is/are filed herewith.

It is requested that the file of this application be marked to indicate that the requirements of 35 U.S.C. §119 have been fulfilled and that the Patent and Trademark Office kindly acknowledge receipt of this document(s).

Please charge any fee deficiency or credit any overpayment with respect to this paper to Counsel's Deposit Account No. 50-2222.

Respectfully submitted,



Douglas H. Goldhush
Registration No. 33,125

Customer No. 32294
SQUIRE, SANDERS & DEMPSEY LLP
14TH Floor
8000 Towers Crescent Drive
Tysons Corner, Virginia 22182-2700
Telephone: 703-720-7800
Fax: 703-720-7802

DHG:scc

Enclosure: Priority Document(s) (1)

日本国特許庁
JAPAN PATENT OFFICE

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office

出願年月日
Date of Application: 2002年10月30日

出願番号
Application Number: 特願 2002-315473
[ST.10/C]: [JP 2002-315473]

出願人
Applicant(s): 本田技研工業株式会社

2003年 6月12日

特許庁長官
Commissioner,
Japan Patent Office

太田信一郎

出証番号 出証特2003-3046058

【書類名】 特許願

【整理番号】 H102274801

【提出日】 平成14年10月30日

【あて先】 特許庁長官 殿

【国際特許分類】 F02D 41/14

【発明者】

【住所又は居所】 埼玉県和光市中央1丁目4番1号 株式会社本田技術研究所内

【氏名】 安井 裕司

【発明者】

【住所又は居所】 埼玉県和光市中央1丁目4番1号 株式会社本田技術研究所内

【氏名】 新庄 章広

【発明者】

【住所又は居所】 東京都文京区小石川5丁目10番20号 日本システム技術株式会社内

【氏名】 松本 充彦

【特許代理人】

【識別番号】 000005326

【氏名又は名称】 本田技研工業株式会社

【代理人】

【識別番号】 100081721

【弁理士】

【氏名又は名称】 岡田 次生

【選任した代理人】

【識別番号】 100105393

【弁理士】

【氏名又は名称】 伏見 直哉

【選任した代理人】

【識別番号】 100111969

【弁理士】

【氏名又は名称】 平野 ゆかり

【手数料の表示】

【予納台帳番号】 034669

【納付金額】 21,000円

【提出物件の目録】

【物件名】 明細書 1

【物件名】 図面 1

【物件名】 要約書 1

【ブルーフの要否】 要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 内燃機関の吸気管圧力予測方法および装置

【特許請求の範囲】

【請求項 1】 吸気管圧力値の差分およびスロットル弁開度値の差分を求めるステップと、

吸気管圧力値の差分の大きさおよびスロットル弁開度値の差分の大きさに基づいて定めたファジィルールを含むファジィ推定アルゴリズムにより吸気管圧力の予測差分を求めるステップと、

吸気管圧力値と吸気管圧力の予測差分の値を加算して吸気管圧力の予測値を求めるステップとを含む吸気管圧力予測方法。

【請求項 2】 吸気管圧力値の差分の大きさを正、零、負に区分し、スロットル弁開度値の差分の大きさを正、零、負に区分して、2 種類の区分によって定まる領域に対してそれぞれファジィルールを定める請求項 1 に記載の吸気管圧力予測方法。

【請求項 3】 差分を求めるステップにおいて、さらに吸気管圧力値の 2 回差分を求め、吸気管圧力の予測差分を求めるステップにおいて、吸気管圧力値の差分の大きさ、スロットル弁開度値の差分の大きさおよび吸気管圧力値の 2 回差分の大きさに基づいてファジィルールを定める請求項 1 または 2 に記載の吸気管圧力予測方法。

【請求項 4】 吸気管圧力値の 2 回差分の大きさを正、零、負に区分し、吸気管圧力値の差分の大きさ、スロットル弁開度値の差分の大きさおよび吸気管圧力値の 2 回差分の大きさの合計 3 種類の区分によって定まる領域に対してそれぞれファジィルールを定める請求項 3 に記載の吸気管圧力予測方法。

【請求項 5】 スロットル弁開度値にむだ時間を挿入した値をスロットル弁開度値として使用する請求項 1 から 4 のいずれか一項に記載の吸気管圧力予測方法。

【請求項 6】 スロットル弁開度値とスロットル弁開度目標値を無駄時間要素と遅れ系を用いてモデル化し、当該モデルと当該目標値によって推定された値をスロットル弁開度値として用いる請求項 1 から 4 のいずれか一項に記載の吸気

管圧力予測方法。

【請求項 7】 ファジィ推定アルゴリズムの後件部メンバーシップ関数は、シングルトンの棒状関数である請求項 1 から 6 のいずれか一項に記載の吸気管圧力予測方法。

【請求項 8】 差分を求めるステップと予測差分を求めるステップとの間に、フィルタリングするステップをさらに含む請求項 1 から 7 のいずれか一項に記載の吸気管圧力予測方法。

【請求項 9】 フィルタリングが適応フィルタによって行われる請求項 8 に記載の吸気管圧力予測方法。

【請求項 10】 吸気管圧力値の差分を求める差分器と、スロットル弁開度値の差分を求める差分器と、吸気管圧力値の差分およびスロットル弁開度値の差分を入力として、吸気管圧力値の差分の大きさおよびスロットル弁開度値の差分の大きさに基づいて定めたファジィルールを含むファジィ推定アルゴリズムにより吸気管圧力の予測差分を求め、当該予測差分を出力とするファジィ推定器とを含む吸気管圧力予測装置。

【請求項 11】 ファジィ推定器において、吸気管圧力値の差分の大きさを正、零、負に区分し、スロットル弁開度値の差分の大きさを正、零、負に区分して、2種類の区分によって定まる領域に対してそれぞれファジィルールを定める請求項 10 に記載の吸気管圧力予測装置。

【請求項 12】 ファジィ推定器において、さらに吸気管圧力値の 2 回差分を入力とし、吸気管圧力値の差分の大きさ、スロットル弁開度値の差分の大きさおよび吸気管圧力値の 2 回差分の大きさに基づいてファジィルールを定める請求項 10 または 11 に記載の吸気管圧力予測装置。

【請求項 13】 ファジィ推定器において、吸気管圧力値の 2 回差分の大きさを正、零、負に区分し、吸気管圧力値の差分の大きさ、スロットル弁開度値の差分の大きさおよび吸気管圧力値の 2 回差分の大きさの合計 3 種類の区分によって定まる領域に対してそれぞれファジィルールを定める請求項 12 に記載の吸気管圧力予測装置。

【請求項 14】 スロットル弁開度値にむだ時間を挿入するモジュールをさ

らに含み、むだ時間を挿入した値をスロットル弁開度値として使用する請求項 10 から 13 のいずれか一項に記載の吸気管圧力予測装置。

【請求項 15】 スロットル弁開度値とスロットル弁開度目標値を無駄時間要素と遅れ系を用いてモデル化し、当該モデルと当該目標値によって推定された値をスロットル弁開度値として用いる請求項 10 から 13 のいずれか一項に記載の吸気管圧力予測装置。

【請求項 16】 ファジィ推定アルゴリズムの後件部メンバーシップ関数は、シングルトンの棒状関数である請求項 10 から 15 のいずれか一項に記載の吸気管圧力予測装置。

【請求項 17】 入力をフィルタリングするためのフィルタをさらに備える請求項 10 から 16 のいずれか一項に記載の吸気管圧力予測装置。

【請求項 18】 フィルタが適応ファイルタである請求項 17 に記載の吸気管圧力予測装置。

【請求項 19】 予測する変数の差分および予測する変数に先行する変数の差分を求めるステップと、

これらの差分を適応フィルタによってフィルタリングするステップと、

予測する変数の差分の大きさおよび予測する変数に先行する変数の差分の大きさに基づいて定めたファジィルールを含むファジィ推定アルゴリズムにより予測する変数の予測差分を求めるステップと、

予測する変数の現在値と予測する変数の予測差分の値を加算して予測する変数の予測値を求めるステップとを含むファジィ予測方法。

【請求項 20】 入力をフィルタリングするための適応フィルタと、

予測する変数の差分および予測する変数に先行する変数の差分を入力として、予測する変数の差分の大きさおよび予測する変数に先行する変数の差分の大きさに基づいて定めたファジィルールを含むファジィ推定アルゴリズムにより予測する変数の予測差分を求め、当該予測差分を出力とするファジィ推定器とを含む吸気管圧力予測装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明は、内燃機関の吸気管圧力予測方法および装置に関する。特にファジィアルゴリズムを使用した吸気管圧力予測方法およびファジィ推定器に関する。

【0002】

【従来の技術】

内燃機関の効率的な燃焼を実現するように燃料噴射制御が行われる。図1は、本発明に係る内燃機関の吸気部分の構成を示す。吸入空気は、スロットル1を介してシリンダに供給される。スロットル弁開度は、所望の値に制御されている。また、吸気管圧力は、センサ2により測定されている。ここで、燃料噴射制御を適切に行うためには、シリンダ内吸入空気量を推定する必要があり、そのために吸気管圧力を予測する必要がある。

【0003】

従来から、内燃機関の運転状態に基づいて現時点の吸気管圧力を予測すると共に、該予測された吸気管圧力と吸気管内圧力の検出値とに基づき所定期間先の予測時点における吸気管圧力を予測する吸気管圧力予測装置が既に提案されている（特開平2-42160号公報）。

【0004】

しかしながら、上記従来の予測装置においては、過渡時における吸気弁閉時の予測吸気管内圧力を内燃機関の運転状態とは無関係に吸気管内圧力の偏差 ΔP に基づき一律に修正を施しているため、内燃機関の回転数の広い範囲にわたり十分な予測を行うことができなかった。

【0005】

特2886771号は、上記の問題点を解決するために、内燃機関の運転状態を考慮して予測を行い、低回転域や吸気管圧力が高い場合でも高精度な制御を行うことができる吸気管圧力予測装置を開示している。

【0006】

上記の従来の方法においては、吸気管圧力値（以下、 P_B と称する）の差分（以下、 ΔP_B と称する）とスロットル弁開度値の差分（以下、 ΔT_H と称する）とに基づいて P_B の予測値（以下、 $HATP_B$ と称する）を算出し、この H

A T P B に基づいて燃料噴射制御や燃料付着補正パラメータの検索などを行っていた。ここで、 k を吸入行程 (T D C) に同期した制御時刻として $\Delta T H$ および $\Delta P B$ は、以下の式で表される。

【0 0 0 7】

$$\Delta T H (k) = T H (k) + T H (k - 1) \quad (1)$$

$$\Delta P B (k) = P B (k) + P B (k - 1) \quad (2)$$

【0 0 0 8】

他方、最近では、P B センサへの水の進入や進入した水の氷結による破壊防止などのため、P B センサの検出部と吸気管との間の、吸気管側、または P B センサ内に、水の進入を防ぐためのラビリンス機構などが設けられている。このため、P B センサ出力の実際の圧力値に対する遅れやむだ時間が大きくなってきた。

【0 0 0 9】

そこで、このむだ時間を従来の予測アルゴリズムによって補償することが試みられたが、補償すべき遅れやむだ時間が大きくなったため、図 2 に示すように、H A T P B が実際の P B に対してオーバーシュートを生じたり、不連続な挙動を示すようになった。オーバーシュートを生じる原因は、従来の予測アルゴリズムが、P B の予測値の精度不足を所定時間前の P B の予測値と現在の P B との偏差をフィードバックすることによって補っていたことによる。また、不連続な挙動を示す原因は、従来の予測アルゴリズムが、 $\Delta P B$ と $\Delta T H$ のそれぞれに基づいて算出された予測値を所定の条件に応じて切り替えて使用していたことによる。このような挙動を示す従来の予測アルゴリズムによって、燃料制御が影響を受け、過渡運転時の変動が大きくなり、排ガスの有害成分の排出量が増加するという問題が生じてきた。

【0 0 1 0】

【発明が解決しようとする課題】

したがって、H A T P B のオーバーシュートや不連続挙動を生じずに、大きくなった遅れやむだ時間を補償することができる新たな P B 予測アルゴリズムが求められていた。

【 0 0 1 1 】

【課題を解決するための手段】

本発明の 1 態様による吸気管圧力予測方法は、吸気管圧力値の差分およびスロットル弁開度値の差分を求めるステップと、ファジィ推定アルゴリズムにより吸気管圧力の予測差分を求めるステップと、吸気管圧力値と吸気管圧力の予測差分の値を加算して吸気管圧力の予測値を求めるステップとを含む。ファジィ推定アルゴリズムは、吸気管圧力値の差分の大きさおよびスロットル弁開度値の差分の大きさに基づいて定めたファジィルールを含む。

【 0 0 1 2 】

本発明の別の態様による吸気管圧力予測装置は、吸気管圧力値の差分を求める差分器と、スロットル弁開度値の差分を求める差分器と、ファジィ推定器とを含む。ファジィ推定器は、吸気管圧力値の差分およびスロットル弁開度値の差分を入力とし、ファジィ推定アルゴリズムにより吸気管圧力の予測差分を求め、当該予測差分を出力とする。ファジィ推定アルゴリズムは、吸気管圧力値の差分の大きさおよびスロットル弁開度値の差分の大きさに基づいて定めたファジィルールを含む。

【 0 0 1 3 】

このように、本発明の上記態様においては、P B センサ出力と T H 開度に基づいたファジィ推定アルゴリズムにより、P B センサ出力の予測値を算出し、その予測値に基づいて内燃機関の燃料噴射料を決定する。特に、 $\Delta P B$ の大きさと $\Delta T H$ の大きさに基づいて定めたファジィルールを使用することにより、P B の変化に先行する T H の変化の情報を有効に取り込んだ制御が行えるようになる。これによって、P B センサ出力が、実際の吸気管圧力(負圧)に対して大きなむだ時間や遅れを生じている場合にも、従来手法のように予測値が不連続的になることがなく、連続的な予測値を精度よく算出することができる。したがって、内燃機関の空燃比が不連続な挙動を示すことがなくなる。また、予測値の実際の吸気管圧力に対するオーバーシュートも従来手法に比べて飛躍的に小さくできる。

【 0 0 1 4 】

本発明の 1 実施形態によれば、吸気管圧力値の差分の大きさを正、零、負に区

分し、スロットル弁開度値の差分の大きさを正、零、負に区分して、2種類の区分によって定まる領域に対してそれぞれファジィルールを定める。

【0015】

したがって、ファジィ推定演算を複雑にすることなく、簡単かつ効率的に行うことができる。

【0016】

本発明の別の実施形態によれば、さらに吸気管圧力値の2回差分を求め、吸気管圧力値の差分の大きさ、スロットル弁開度値の差分の大きさおよび吸気管圧力値の2回差分の大きさに基づいてファジィルールを定める。

【0017】

したがって、 $\Delta\Delta PB$ に含まれる、 ΔPB の将来の挙動についての情報を有効に取り込んだ制御が行えるようになる。

【0018】

本発明の別の実施形態によれば、吸気管圧力値の2回差分の大きさを正、零、負に区分し、吸気管圧力値の差分の大きさ、スロットル弁開度値の差分の大きさおよび吸気管圧力値の2回差分の大きさの合計3種類の区分によって定まる領域に対してそれぞれファジィルールを定める。

【0019】

したがって、ファジィ推定演算を複雑にすることなく、簡単かつ効率的に行うことができる。

【0020】

本発明の別の実施形態によれば、スロットル弁開度値にむだ時間を挿入した値をスロットル弁開度値として使用する。

【0021】

したがって、インマニボリウムが過大なため、スロットル弁開度の増減に対して実際のPBの増減が無駄時間を有している場合においても、THの情報を予測に使用することができ、不連続的な挙動を示さない精度の高い予測値を算出することができる。

【0022】

本発明の別の実施形態によれば、スロットル弁開度値とスロットル弁開度目標値を無駄時間要素と遅れ系を用いてモデル化し、当該モデルと当該目標値によって推定された値をスロットル弁開度値として用いる。すなわち、時点 k におけるスロットル弁開度推定値およびスロットル弁開度目標値を $THHAT(k)$ および $THCMD(k)$ 、むだ時間相当値を $ddly$ 、定数を $Kdly$ としたときに、式

$$THHAT(k) = Kdly \times THHAT(k) + (1 - Kdly) \times THCMD(k - ddly)$$

によって求めたスロットル弁開度推定値 $THHAT(k)$ を使用する。

【0023】

したがって、 TH の読み込みまでに無効時間が生じる電子制御スロットルを使用する場合にも、精度の高い予測値を算出することができる。

【0024】

本発明の別の実施形態によれば、ファジィ推定アルゴリズムの後件部メンバーシップ関数は、シングルトンの棒状関数である。

【0025】

したがって、ファジィ推定演算を複雑にすることなく、簡単かつ効率的に行うことができる。特に、極低温、高温、多湿、振動などの車両の使用条件に耐えうるプロセッサの演算能力では、ファジィ推定アルゴリズムのミニマックス重心法の演算を実行することは困難であるが、後件部メンバーシップ関数をシングルトンの棒状関数とすることにより、その演算が可能となり、十分な精度を有する予測を算出することができる。

【0026】

本発明の別の実施形態によれば、入力フィルタリングが行われる。

【0027】

したがって、ファジィ推定アルゴリズムへの入力データをフィルタリングされたデータとすることによって、予測値にノイズが混入した場合に、そのノイズの影響によって予測値が振動的になるのを防止できる。

【0028】

本発明の別の実施形態によれば、フィルタリングが適応フィルタによって行わ

れる。

【 0 0 2 9 】

したがって、予測演算のためのデータとして使用できるように位相遅れを最小限に保ちつつ、十分にノイズを除去することができる。

【 0 0 3 0 】

本発明の 1 態様によるファジィ予測方法は、予測する変数の差分および予測する変数に先行する変数の差分を求めるステップと、これらの差分を適応フィルタによってフィルタリングするステップと、ファジィ推定アルゴリズムにより予測する変数の予測差分を求めるステップと、予測する変数の現在値と予測する変数の予測差分の値を加算して予測する変数の予測値を求めるステップとを含む。ファジィ推定アルゴリズムは、予測する変数の差分の大きさおよび予測する変数に先行する変数の差分の大きさに基づいて定めたファジィルールを含む。

【 0 0 3 1 】

本発明の 1 態様による吸気管圧力予測装置は、入力をフィルタリングするための適応フィルタとファジィ推定器とを含む。ファジィ推定器は、予測する変数の差分および予測する変数に先行する変数の差分を入力として、ファジィ推定アルゴリズムにより予測する変数の予測差分を求め、当該予測差分を出力とし、入力をフィルタリングするための適応フィルタをさらに備える。ファジィ推定アルゴリズムは、予測する変数の差分の大きさおよび予測する変数に先行する変数の差分の大きさに基づいて定めたファジィルールを含む。

【 0 0 3 2 】

このように上述の態様によれば、予測する変数の差分の大きさおよび予測する変数に先行する変数の差分の大きさに基づいて定めたファジィルールを使用することにより、予測する変数の変化に先行する変数の変化の情報を有効に取り込んだ制御が行えるようになる。さらに、入りに適応フィルタを使用することによって、予測演算のためのデータとして使用できるように位相遅れを最小限に保ちつつ、十分にノイズを除去することができる。

【 0 0 3 3 】

【発明の実施の形態】

本発明は、 $\Delta P B$ の大きさおよび $\Delta T H$ の大きさに基づいて定めたファジィルールを含むファジィ推定アルゴリズムを使用して $P B$ のファジィ推定による予測変化量(以下、 $\Delta F Z P B$ と呼称する)を求める。つぎに以下の式により、ファジィ推定による予測値(以下、 $F Z P B$ と呼称する)を算出する。

【0034】

$$F Z P B (k) = P B (k) + \Delta F Z P B (k) \quad (3)$$

すなわち、現在の $P B$ サンプル値 $P B (k)$ に $\Delta F Z P B (k)$ を加算することにより $F Z P B (k)$ を求める。ここで、 k は、吸入行程($T D C$)に同期した制御時刻を表す。図3は、 $P B$ 、 $T H$ 、 $\Delta P B$ 、 $\Delta T H$ および $\Delta F Z P B$ の間の関係を示す。

【0035】

本実施形態で使用するファジィルールを図6の表に示す。 $\Delta P B$ の大きさを正、零、負に区分し、 $\Delta T H$ の大きさを正、零、負に区分して、2種類の区分によって定まる9個の領域に対してそれぞれファジィルールを定めている。ここで留意すべき点は、 $T H$ の変化は、 $P B$ の変化に先行しており、将来の $P B$ の挙動の情報を含む点である。したがって、 $\Delta P B$ の大きさと $\Delta T H$ の大きさに基づいて定めたファジィルールを使用することにより、 $P B$ の変化に先行する $T H$ の変化の情報を有効に取り込んだ制御が行えるようになる。

【0036】

本発明のファジィ推定アルゴリズムで使用する前件部メンバーシップ関数と後件部メンバーシップ関数とをそれぞれ図4および5に示す。 $\Delta P B$ および $\Delta T H$ に対する前件部メンバーシップ関数は、正(P)および負(N)に対しては台形状とし、零(Z)に対しては三角形形状とした。後件部メンバーシップ関数としては、ファジィ推定演算の簡素化を実現するようにシングルトンの棒状関数を用いた。

【0037】

つぎに各領域におけるルール(図6におけるルール1から9)のそれぞれについて図を使用して説明する。

【0038】

図7は、ルール1が適用される、 ΔPB および ΔTH がともに負の状況を示す。 ΔPB および ΔTH がともに負であるので、後件部メンバーシップ関数の $\Delta FZPB$ も負とする。

【0039】

図8は、ルール2が適用される、 ΔPB が負および ΔTH が零の状況を示す。先行する ΔTH が零であるが ΔPB が負であるので、後件部メンバーシップ関数の $\Delta FZPB$ は負とする。

【0040】

図9は、ルール3が適用される、 ΔPB が負および ΔTH が正の状況を示す。この状況は、エンジnbr레이크時、 TH 増加によるスロットル通過空気量の増加よりもエンジン回転数上昇が速い場合に対応する。後件部メンバーシップ関数の $\Delta FZPB$ は零とする。

【0041】

図10は、ルール4が適用される、 ΔPB が零および ΔTH が負の状況を示す。先行する ΔTH が負であるので、後件部メンバーシップ関数の $\Delta FZPB$ は負とする。

【0042】

図11は、ルール5が適用される、 ΔPB および ΔTH がともに零の状況を示す。 ΔPB および ΔTH がともに零であるので、後件部メンバーシップ関数の $\Delta FZPB$ も零とする。

【0043】

図12は、ルール6が適用される、 ΔPB が零および ΔTH が正の状況を示す。先行する ΔTH が正であるので、後件部メンバーシップ関数の $\Delta FZPB$ は正(P_6)とする。

【0044】

図13は、ルール7が適用される、 ΔPB が正および ΔTH が負の状況を示す。この状況は、エンジン回転数が低下する際、 TH 減少による低下よりも、外力によって大幅にエンジン回転数が低下した場合に対応する。後件部メンバーシッ

ブ関数の $\Delta FZPB$ は零とする。

【0045】

図14は、ルール8が適用される、 ΔPB が正および ΔTH が零の状況を示す。後件部メンバーシップ関数の $\Delta FZPB$ は正(P_8)とするが、先行する ΔTH が零であるのでルール6の P_6 よりも小さな値とする。

【0046】

図15は、ルール9が適用される、 ΔPB および ΔTH がともに正の状況を示す。後件部メンバーシップ関数の $\Delta FZPB$ は正(P_{10})とするが、 ΔPB が既に正であるので、 ΔPB が零であるルール6の P_6 よりも小さな値とする。

【0047】

最終的な $\Delta FZPB$ は、上述のメンバーシップ関数とファジールールを用いてミニマックス重心法により算出される。以下にルール6を例として具体的に説明する。

【0048】

まず、ミニマックス選択について説明する。現在の ΔPB 、 ΔTH のサンプル値を $\Delta PB(k)$ 、 $\Delta TH(k)$ とする。これらの値の、ルール6に対する適合度を求める。図6および図12に示すように、ルール6は、 ΔPB が零で ΔTH が正である領域に適用される。そこで、 ΔPB の、前件部メンバーシップ関数(零)に対する適合度は、図16(a)に示すように $m\Delta PB(6)$ となる。また、 ΔTH の、前件部メンバーシップ関数(正)に対する適合度は、図16(b)に示すように $m\Delta TH(6)$ となる。ここで、ミニマックス選択では、前件部の適合度は、同一ルールにおける適合度のうち最も小さいものをそのルールの適合度 $m(i)$ とするため、ルール6に対する適合度は以下の通り、 $m\Delta PB(6)$ となる。

【0049】

$$m\Delta PB(6) < m\Delta TH(6) \quad (4)$$

したがって

$$m(6) = m_{\Delta P B}(6) \quad (5)$$

となる。

【0050】

さらに、ルール6の後件部のメンバーシップ関数は、図17に示すように、位置 $p_P 6$ 、基準重み(棒状関数の長さ) $w_P 6$ であるので、 $\Delta F Z P B$ の推定におけるルール6の重み、すなわち、位置 p_P における重み $w(6)$ は、

$$w(6) = m(6) \times w_P 6 \quad (6)$$

となる。

【0051】

つぎに、各ルールについて、同様に重み $w(i)$ を求める。このように求めた各ルールの重みが全て推定に使用されるため、これはマックス選択となる。

【0052】

つぎに、求められた各ルールに対する重みに基づいて $\Delta F Z P B$ の推定、すなわちファジィルールの非ファジィ化を以下の式に示す重心法に基づいて行う。

【0053】

$$\Delta F Z P B(k) = \frac{\sum_{i=1}^9 w(i) \times w_{P i} \times p_{P i}}{\sum_{i=1}^9 w(i) \times w_{P i}} \quad (7)$$

【0054】

したがって、式3は具体的に以下の式によって表され、 $\Delta F Z P B(k)$ が算出される。

【0055】

$$FZPB(k) = PB(k) + \frac{\sum_{i=1}^9 w(i) \times wPi \times pPi}{\sum_{i=1}^9 w(i) \times wPi} \quad (8)$$

【0056】

図18は、上述のファジィ推定アルゴリズムを使用したFZPBの推定結果である。図からわかるようにFZPBは、PBに対して多少のオーバーシュートを伴うものの、おおよそ推定すべき予測値を再現しており、図2に示す、従来の制御アルゴリズムによる推定に比較して大幅に推定精度が高くなっている。

【0057】

つぎに、本発明の別の実施形態について説明する。上述の実施形態によるファジィ予測では、図18に示すように多少のオーバーシュートの発生が見られた。このようなオーバーシュートは、特に急加速時やスナップ時に生じやすい。そこで、このようなオーバーシュートを消去するために、 ΔPB の変化量、すなわちPBの2回差分（以下、 $\Delta\Delta PB$ と呼称する）を、kを吸入行程（TDC）に同期した制御時刻として以下の式で定義した。

【0058】

$$\Delta\Delta PB(k) = \Delta PB(k) - \Delta PB(k-1) \quad (9)$$

【0059】

そして、 ΔPB の大きさおよび ΔTH の大きさに加えて $\Delta\Delta PB$ の大きさに基づいてファジィルールを定めるようにした。すなわち、 ΔPB の大きさ、 ΔTH の大きさおよび $\Delta\Delta PB$ の大きさの合計3種類の区分によって定まる領域に対してそれぞれファジィルールを定めた。本実施形態によるファジィルールを図20に示す。図6のファジィルールが2次元であるのに対し、図20のファジィルールは3次元である。ここで、留意すべき点は、 $\Delta\Delta PB$ は、 ΔPB の将来の挙動についての情報を含む点である。したがって、 $\Delta\Delta PB$ に基づいたファジィルールを使用することによりこの情報を有効に取り込んだ制御が行えるようになる。

また、本実施形態による前件部メンバーシップ関数を図 1 9 に示す。

【 0 0 6 0 】

図 2 0 のファジィルールは、図 6 のファジィルールにおけるルール 8 とルール 9 のみが、 $\Delta \Delta P B$ が正と負の場合に変化している。他のルールは、 $\Delta \Delta P B$ に関係なく変化していない。

【 0 0 6 1 】

つぎに新たなルール(図 1 2 におけるルール 1 0 および 1 1)のそれぞれについて図を使用して説明する。

【 0 0 6 2 】

図 2 2 は、ルール 1 0 が適用される、 $\Delta P B$ 、 $\Delta T H$ および $\Delta \Delta P B$ がともに正の状況を示す。 $\Delta P B$ 、 $\Delta T H$ および $\Delta \Delta P B$ がともに正であるので、後件部メンバーシップ関数の $\Delta F Z P B$ は最も大きな正の値 (P_{10}) とする。

【 0 0 6 3 】

図 2 3 は、ルール 1 1 が適用される、 $\Delta P B$ が正、 $\Delta T H$ が零であり、 $\Delta \Delta P B$ が負の状況を示す。後件部メンバーシップ関数の $\Delta F Z P B$ は零とする。

【 0 0 6 4 】

図 2 4 は、本実施形態においてルール 6 が適用される、 $\Delta P B$ が零で $\Delta T H$ が正の状況を示す。上述のように、 $\Delta P B$ 、 $\Delta T H$ および $\Delta \Delta P B$ がともに正の状況には、ルール 1 0 が適用されるので、ルール 6 が適用される範囲は、 $\Delta \Delta P B$ 未使用の場合と比較して縮小される。

【 0 0 6 5 】

図 2 5 は、本実施形態においてルール 9 が適用される、 $\Delta P B$ および $\Delta T H$ がともに正の状況を示す。上述のように、 $\Delta P B$ 、 $\Delta T H$ および $\Delta \Delta P B$ がともに正の状況には、ルール 1 0 が適用されるので、ルール 9 が適用される範囲は、 $\Delta \Delta P B$ 未使用の場合と比較して縮小される。

【 0 0 6 6 】

図 2 1 に本実施形態の後件部メンバーシップ関数を示す。上述のように、 P_{10} は、最も大きな値とされている。図 5 の後件部メンバーシップ関数と比較すると、ルール 1 0 が新たに設けられ、ルール 6 およびルール 9 の範囲が縮小したの

で、 pP_6 (P_6 の位置) および pP_9 (P_9 の位置) が零に近づいている。

【0067】

図26は、本実施形態のファジィ推定アルゴリズムを使用したFZPBの推定結果を示す。図からわかるように、図18に見られるオーバーシュートが解消している。

【0068】

なお、本実施形態においては、補償すべきむだ時間が少ない場合は、零に近くなった P_6 および P_9 は、データ設定の簡素化のために零とすることもできる。また、図20の $\Delta\Delta PB$ が正の場合のルール8は、現実には現れにくい状況であるので、このルールを消去したり、対応する後件部を零へ変更して予測への寄与度の無効化を行うこともある。

【0069】

つぎに、入力フィルタリングを行う実施形態について説明する。本発明は、 ΔPB 、 ΔTH および $\Delta\Delta PB$ を入力とするファジィ推定アルゴリズムを使用する。したがって、 TH や PB にノイズが混入すると、これらの差分値や2回差分値が振動的またはスパイク的になり、ファジィ推定によって推定されたFZPBも振動的またはスパイク的になることがあった。

【0070】

したがって、本実施形態では、図27に示すように、ファジィ推定器への入力を ΔPB 、 ΔTH 、 $\Delta\Delta PB$ とせずに、図28に示すようにこれらの値をフィルタリングした後の値を入力するようにした。図27において、2711乃至2713は、差分器を、2701はファジィ推定器を示す。図28において、2811乃至2813は差分器を、2821乃至2823はフィルタを、2801はファジィ推定器を示す。

ΔPB 、 ΔTH 、 $\Delta\Delta PB$ のフィルタとしては、以下の式で表す適応フィルタを使用した。これによって図29に示すようにFZPBがノイズの影響により振動的スパイク的になることが防止される。

【0071】

$$X_f(k) = X_f(k-1) + KP(k) \cdot ide(k) \quad (10)$$

$$KP(k) = P(k-1)/(1+P(k-1)) \quad (11)$$

$$ide(k) = X_f(k-1) - X(k) \quad (12)$$

$$P(k+1) = (1/\lambda_1) [1 - \lambda_2 \cdot P(k) / (\lambda_1 + \lambda_2 \cdot P(k))] \quad (13)$$

ここで、 X_f は、 ΔPB 、 ΔTH 、 $\Delta \Delta PB$ の適応フィルタ値を表し、 X は、 ΔPB 、 ΔTH 、 $\Delta \Delta PB$ のサンプル値を表す。 λ_1 、 λ_2 は重みパラメータを表す。

【 0 0 7 2 】

つぎに、 TH として、スロットル弁開度目標値からむだ時間を考慮して求めた値を使用する実施形態について説明する。最近、燃費向上のためトランスミッションとの協調制御や操縦安定制御の要求から電子制御スロットルの採用が多くなっている。この電子制御スロットルは、電子制御ユニットとは、別のドライバによって駆動されることが多く、さらに電子制御ユニットとは車載ネットワーク（ CAN 等）によって接続されている。

【 0 0 7 3 】

したがって、電子制御ユニットによって算出されるスロットル弁開度指令値 $THCMD$ と電子制御スロットルの実弁開度 $THACT$ との間には、電子制御ユニットとドライバの間の通信周期（ 10 msec ）に起因するむだ時間が生じる。すなわち、 $THCMD$ が TH に反映されるまでに無効時間が生じる。また、 $THACT$ が、 CAN 等を介して電子制御ユニットによって観測される TH に反映されるまでに無効時間が生じる。電子制御スロットル使用時の状況を図 30 に示す。図 30 において、上述のように、 $THCMD$ は、スロットル弁開度指令値を、 $THACT$ は、実弁開度を、 TH は弁開度値（観測値）を示す。

【 0 0 7 4 】

このため、 PB の変化よりも、電子制御ユニットによって観測される TH の変

化の方が遅れてしまうため、上述のファジィ推定アルゴリズムのように、 ΔTH を使用してPBを予測することはできない。

【0075】

したがって、本実施形態では、以下の式に示すように通信によるむだ時間と電子制御スロットルの応答遅れを考慮して、THCMDからTHHATを推定し、このTHHATの差分 $\Delta THHAT$ を、 ΔTH の代わりに使用した。

【0076】

$$THHAT(k) = Kdly \times THHAT(k) + (1 - Kdly) \times THCMD(k - ddly) \quad (14)$$

$$\Delta THHAT(k) = THHAT(k) - THHAT(k-1) \quad (15)$$

ここで、 $ddly$ は、むだ時間相当値、 $Kdly$ は、定数を示す。

【0077】

図31に本実施形態による装置の構成を示し、図32に予測結果を示す。図31において、3111乃至3113は差分器を、3121乃至3123は適応フィルタを、3131は式14の演算を行うモジュールを、3101はファジィ推定器を示す。

【0078】

つぎに、THにむだ時間を挿入する実施形態について説明する。最近の低速トルクの増大要求により、内燃機関のインマニボリウムが過大となっている場合が多い。このとき、THの変化に対する実際の吸気管圧力の変化にむだ時間 dth が生じる。この場合、現在のTHを使用して実際の吸気管圧力の推定を行うと、実際の吸気管圧力の変化に対してTHの変化時刻が速すぎるため、予測演算にTHの情報を使用できなくなる。したがって、図33に示すように、予測演算に使用するTHにむだ時間 dth を挿入することによってこの問題を解決する。図33において、3311乃至3313は差分器を、3341はむだ時間モジュールを、3301はファジィ推定器を示す。

【0079】

本発明の適応フィルタを使用する実施形態の手順を図34の流れ図によって説

明する。ステップ S 1 0 で P B センサが活性であるかチェックする。P B センサが活性でなければステップ S 8 0 に進み、P B のサンプル値に P B の代替値を代入する。さらに、ステップ S 9 0 で P B の代替値である P B のサンプル値を F Z P B として終了する。P B センサが活性であれば、ステップ S 2 0 に進み、P B センサが正常であるかチェックする。正常でなければ、ステップ S 8 0 に進む。正常であればステップ S 3 0 に進み、T H の推定値 T H H A T を演算する（式 1 4）。なお、T H の代わりに T H H A T を使用するのとは電子制御スロットルの場合である。つぎに、ステップ S 4 0 に進み、 $\Delta P B$ 、 $\Delta \Delta P B$ および $\Delta T H H A T$ を演算する（式 2、7、1 4）。さらに、ステップ S 5 0 に進み、適応フィルタの演算を行う（式 10 乃至 1 3）。つぎに、ステップ S 6 0 において $\Delta F Z P B$ の推定を行う。ステップ S 7 0 において、P B のサンプル値に $\Delta F Z P B$ を加算して F Z P B を求めて終了する。

【図面の簡単な説明】

【図 1】 内燃機関の吸気部分の構成を示す。

【図 2】 従来の吸気管圧力予測アルゴリズムの挙動を示す。

【図 3】 P B、T H、 $\Delta P B$ 、 $\Delta T H$ および $\Delta F Z P B$ の間の関係を示す。

【図 4】 本発明の 1 実施形態による前件部メンバーシップ関数を示す。

【図 5】 本発明の 1 実施形態による後件部メンバーシップ関数を示す。

【図 6】 本発明の 1 実施形態によるファジィルールを示す。

【図 7】 ルール 1 が適用される状況を示す。

【図 8】 ルール 2 が適用される状況を示す。

【図 9】 ルール 3 が適用される状況を示す。

【図 1 0】 ルール 4 が適用される状況を示す。

【図 1 1】 ルール 5 が適用される状況を示す。

【図 1 2】 ルール 6 が適用される状況を示す。

【図 1 3】 ルール 7 が適用される状況を示す。

【図 1 4】 ルール 8 が適用される状況を示す。

【図 1 5】 ルール 9 が適用される状況を示す。

【図 1 6】 前件部メンバーシップ関数からルール 6 の適合度を求める方法を

示す。

【図 1 7】 後件部メンバーシップ関数からルール 6 の重みを求める方法を示す。

【図 1 8】 本発明の 1 実施形態によるファジイ推定アルゴリズムを使用した F Z P B の推定結果を示す。

【図 1 9】 本発明の別の実施形態による前件部メンバーシップ関数を示す。

【図 2 0】 本発明の別の実施形態によるファジイルールを示す。

【図 2 1】 本発明の別の実施形態による後件部メンバーシップ関数を示す。

【図 2 2】 ルール 1 0 が適用される状況を示す。

【図 2 3】 ルール 1 1 が適用される状況を示す。

【図 2 4】 本発明の別の実施形態においてルール 6 が適用される状況を示す。

【図 2 5】 本発明の別の実施形態においてルール 9 が適用される状況を示す。

【図 2 6】 本発明の別の実施形態によるファジイ推定アルゴリズムを使用した F Z P B の推定結果を示す。

【図 2 7】 本発明の実施形態によるファジイ推定器の構成を示す。

【図 2 8】 本発明の実施形態による、適応フィルタを備えたファジイ推定器の構成を示す。

【図 2 9】 適応フィルタを使用しない場合と使用した場合の F Z P B の挙動を示す。

【図 3 0】 電子制御スロットル使用時の状況を示す。

【図 3 1】 電子制御スロットルに対応したファジイ推定器の構成を示す。

【図 3 2】 電子制御スロットルに対応したファジイ推定器の予測結果を示す。

【図 3 3】 過大インマニボリウムに対応したファジイ推定器の予測結果を示す。

【図 3 4】 本発明の適応フィルタを使用する実施形態の手順を示す。

【符号の説明】

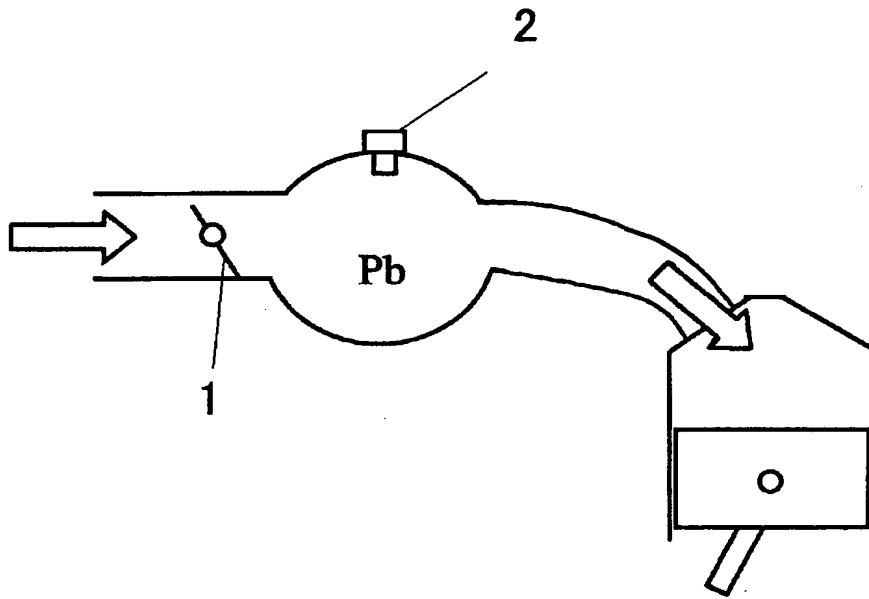
1 スロットル弁

2 吸気管圧力センサ

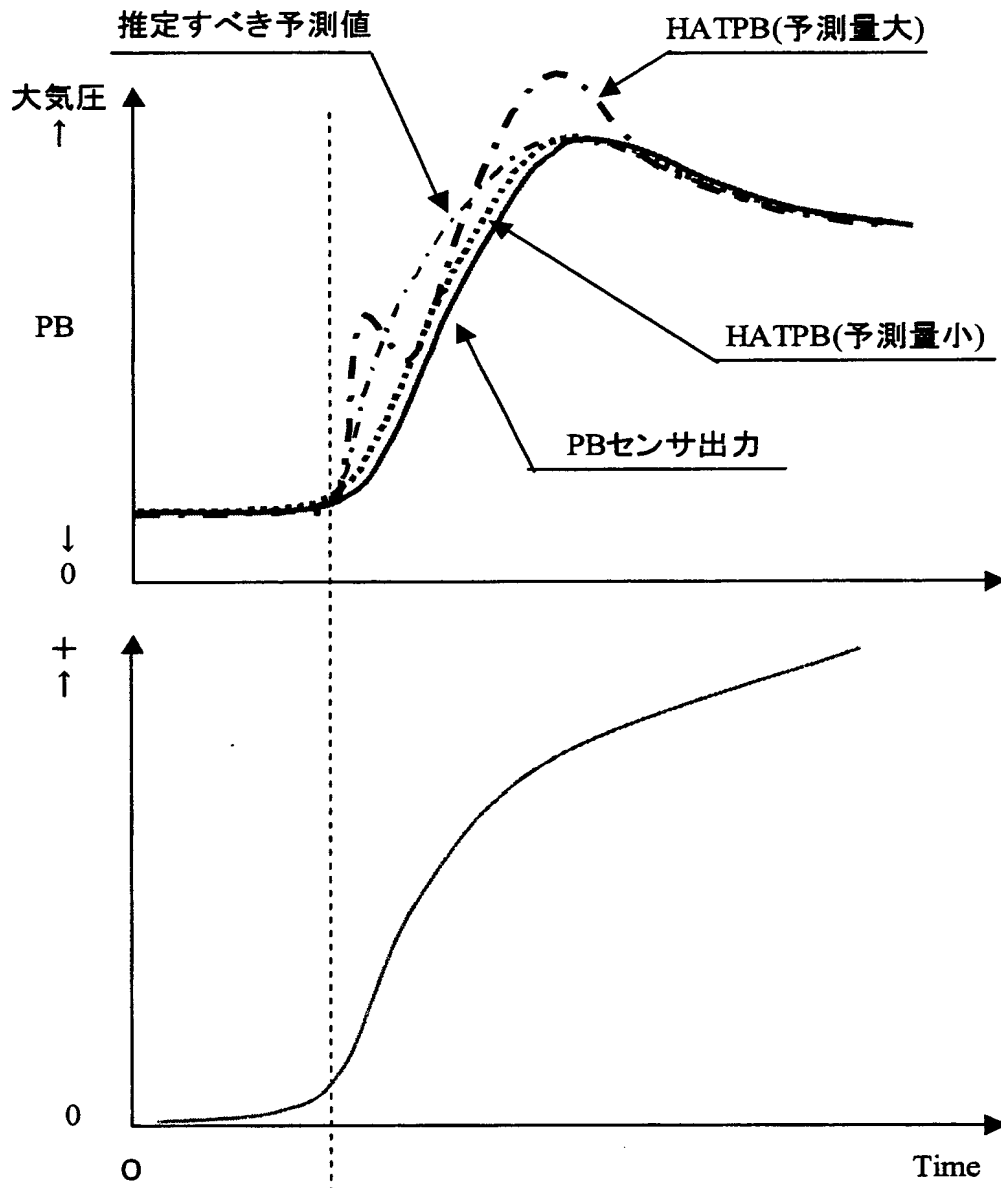
2 7 0 1 , 2 8 0 1 , 3 1 0 1 、 3 3 0 1 ファジィ推定器

【書類名】 図面

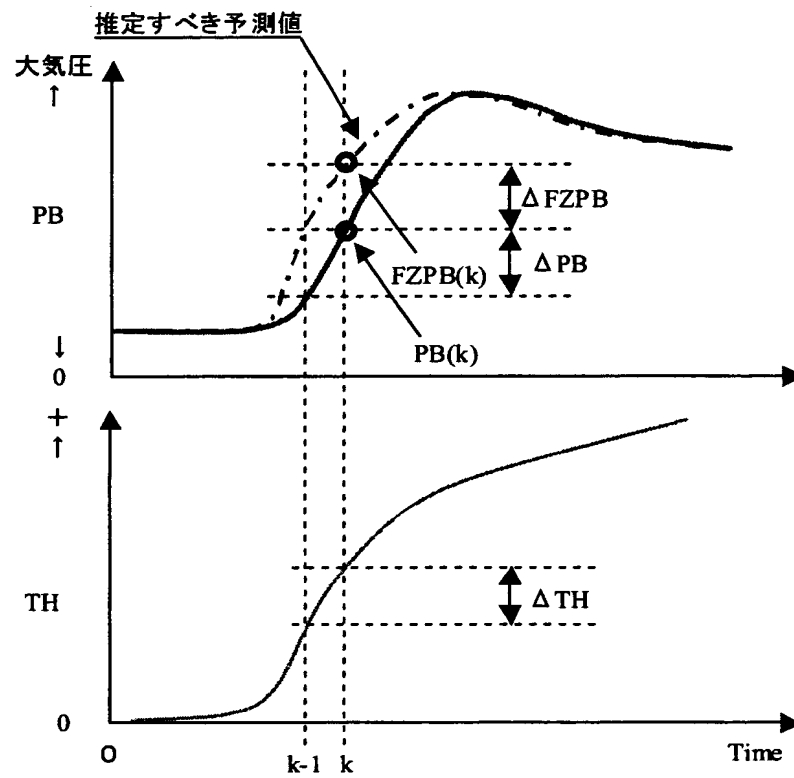
【図 1】



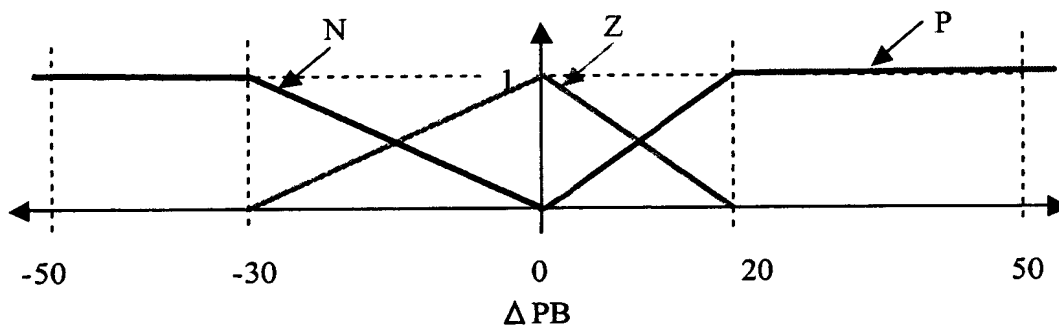
【図 2】



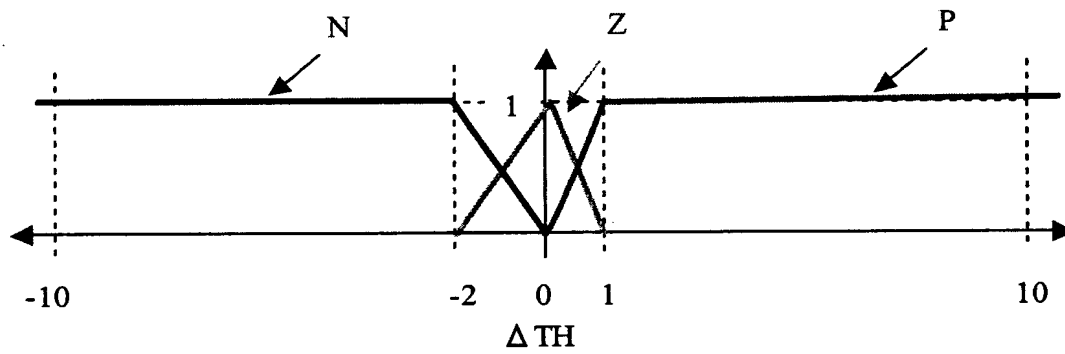
【図 3】



【図4】

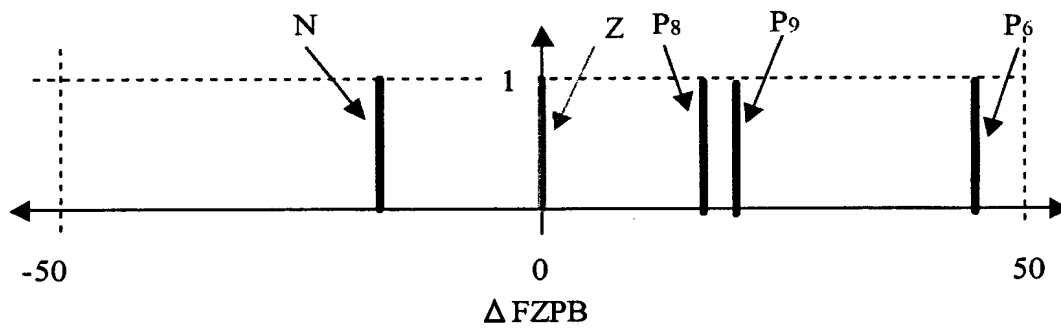


(a) ΔPB 前件部



(b) ΔTH 前件部

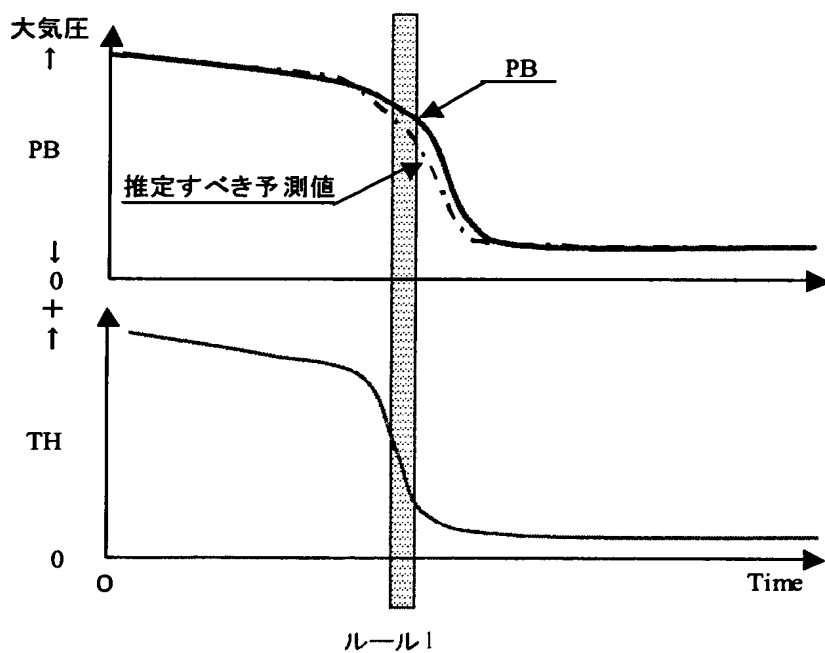
【図5】



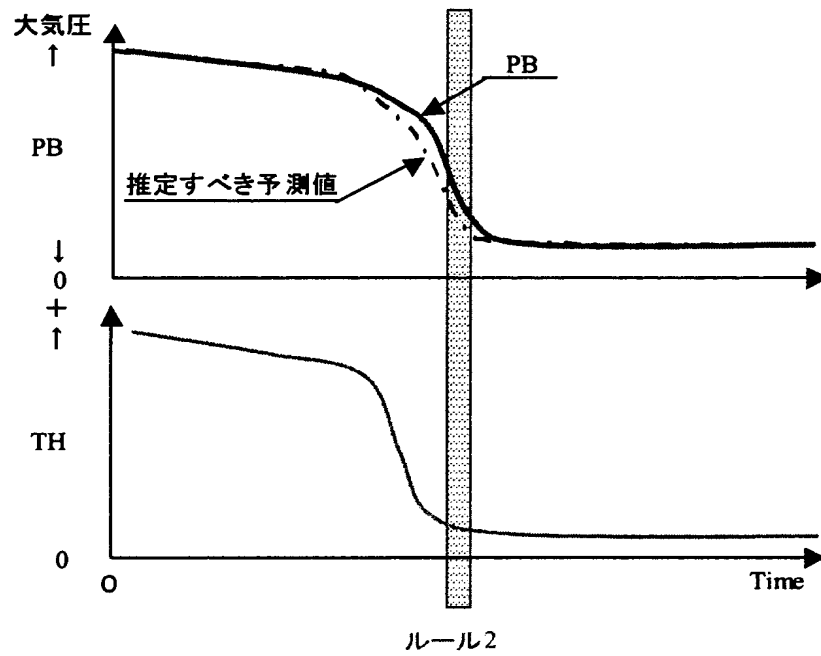
【図 6】

		ΔPB		
		N	Z	P
ΔTH	N	N ルール1	N ルール4	Z ルール7
	Z	N ルール2	Z ルール5	P ₈ ルール8
	P	Z ルール3	P ₆ ルール6	P ₉ ルール9

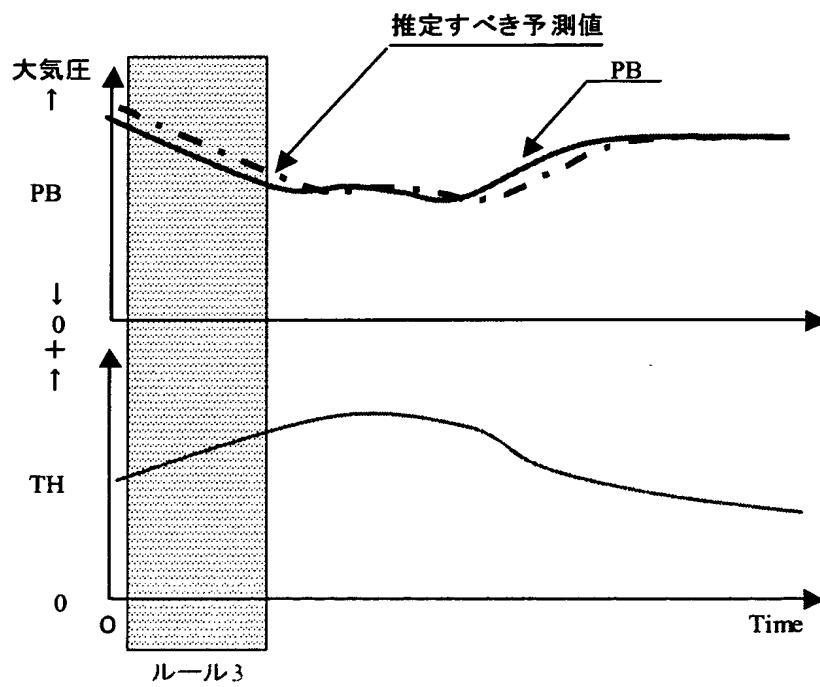
【図 7】



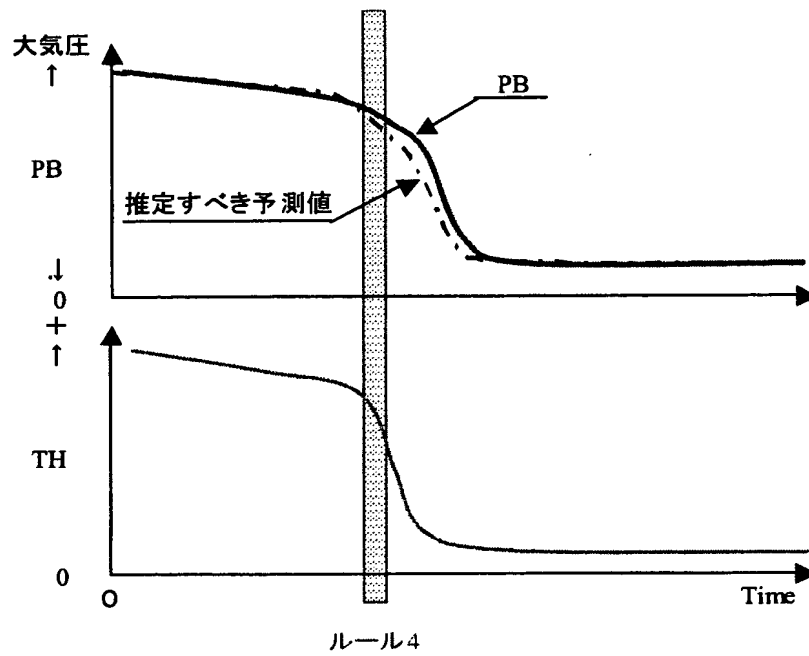
【図 8】



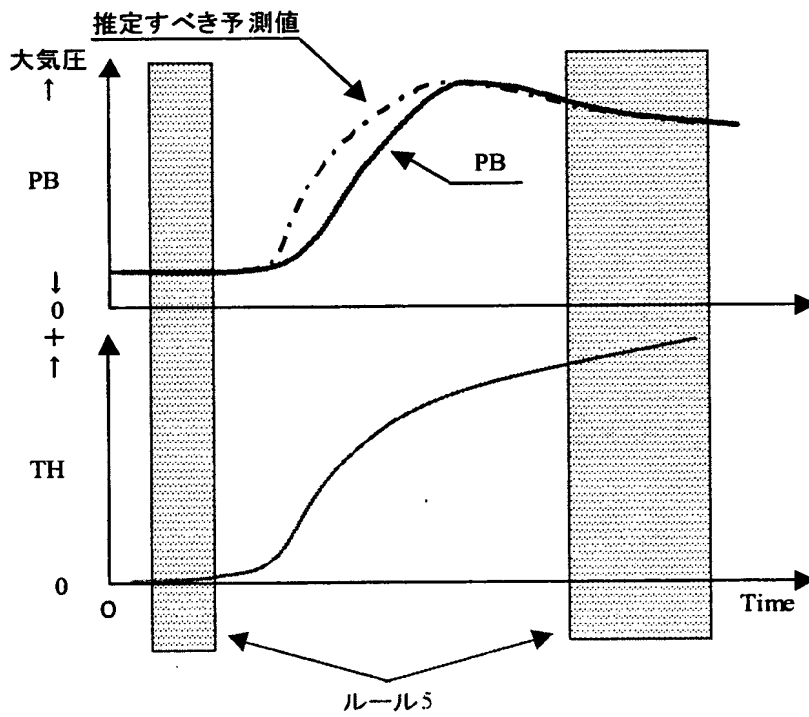
【図 9】



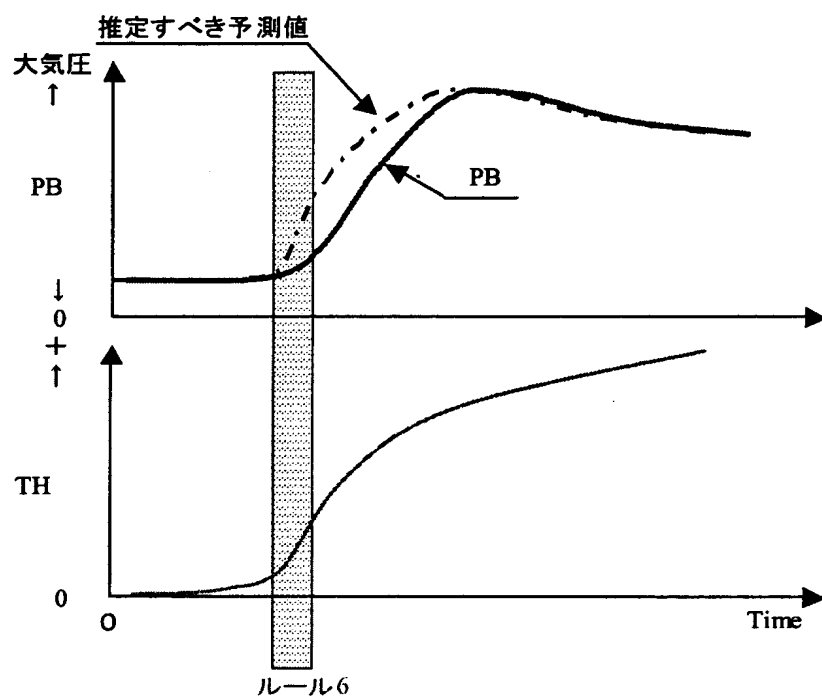
【図 10】



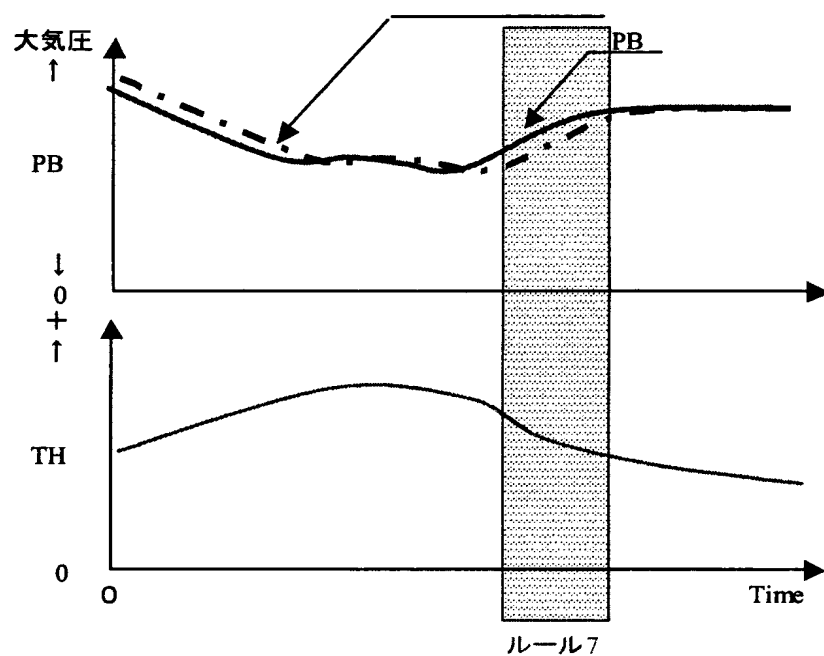
【図 11】



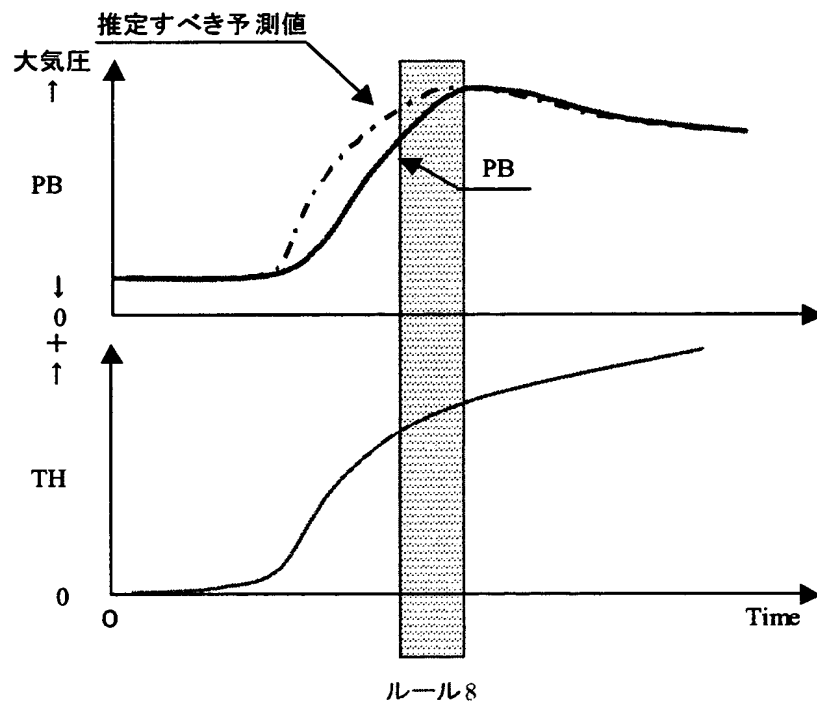
【図 1 2】



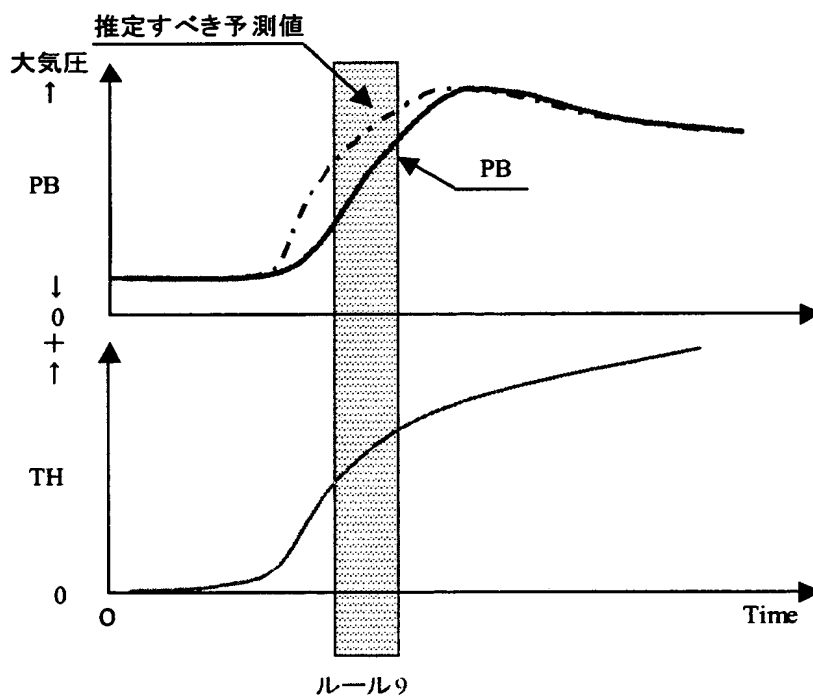
【図 1 3】



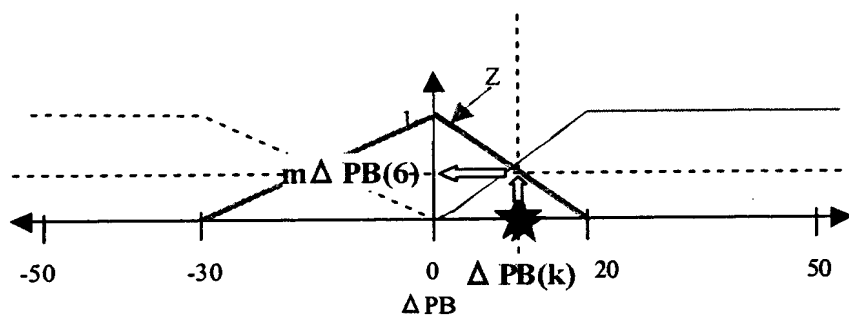
【図 14】



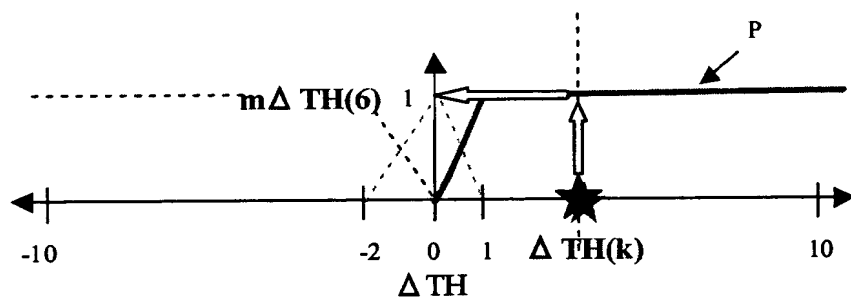
【図 15】



【図 16】

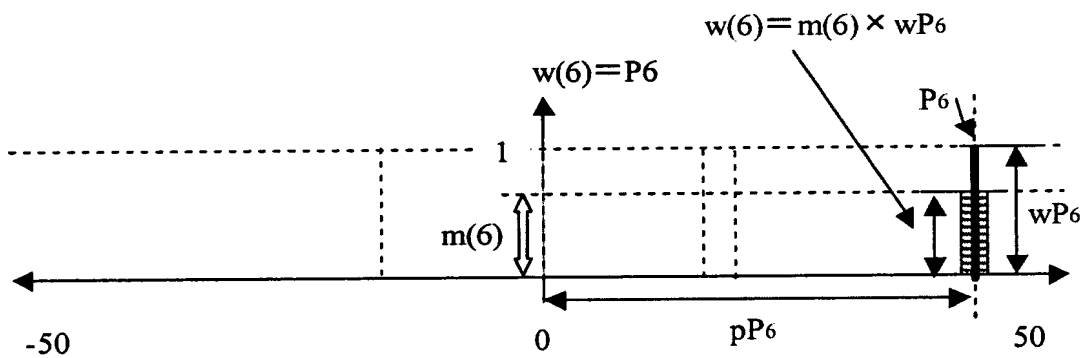


(a) ΔPB 前件部

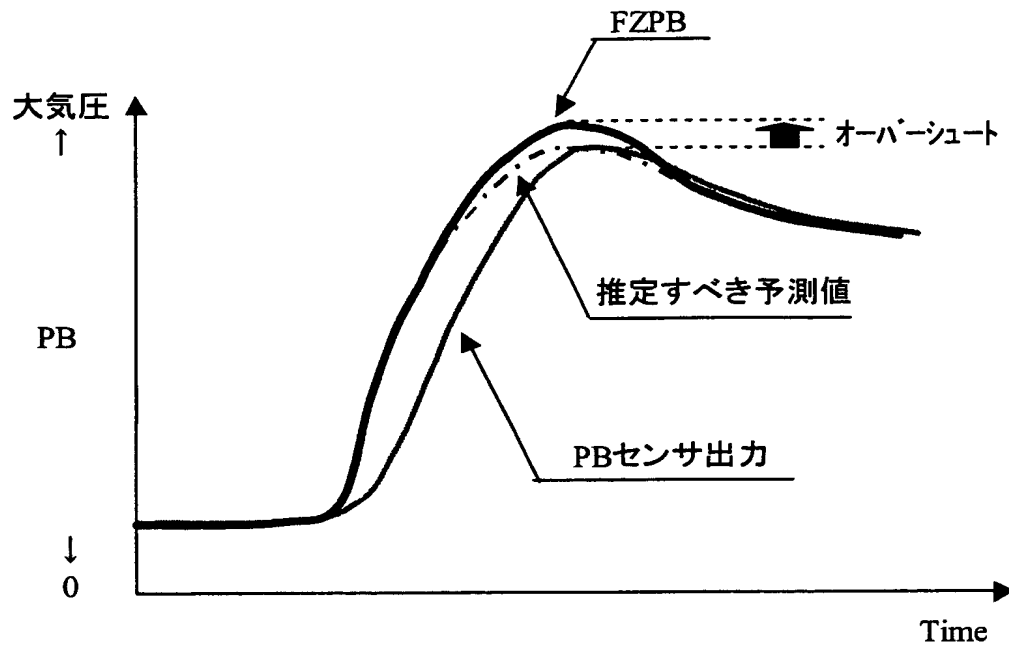


(b) ΔTH 前件部

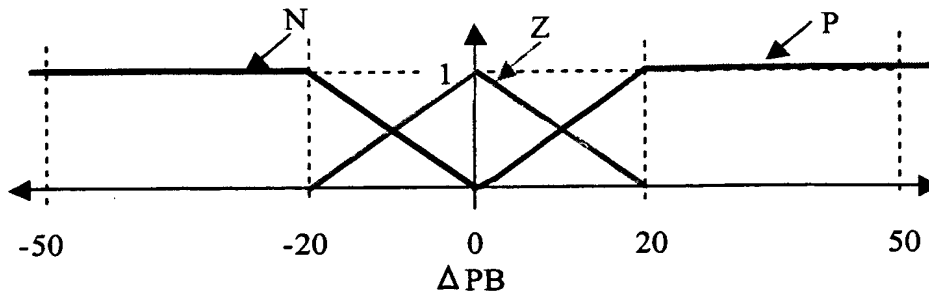
【図 17】



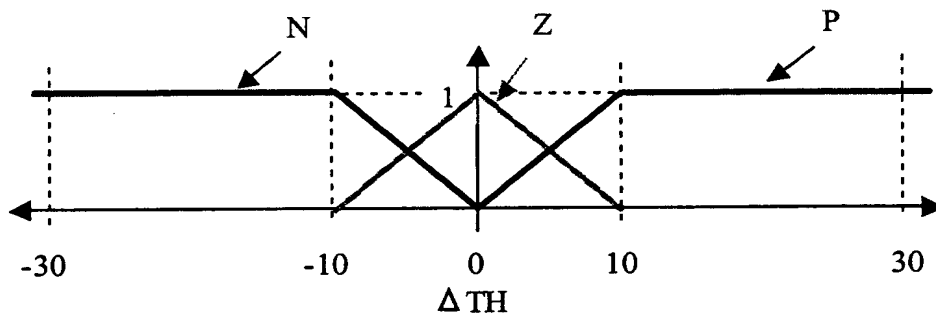
【図 18】



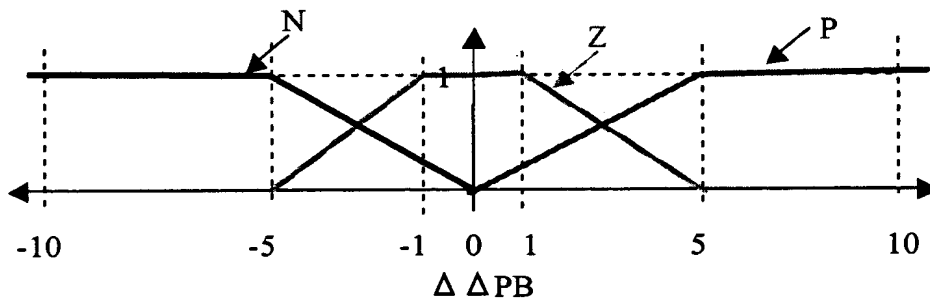
【図 19】



(a) ΔPB 前件部



(b) ΔTH 前件部



(c) $\Delta \Delta PB$ 前件部

【図 20】

$\Delta \Delta PB = P$:

		ΔPB		
		N	Z	P
ΔTH	N	N ルール1	N ルール4	Z ルール7
	Z	N ルール2	Z ルール5	P₈ ルール8
	P	Z ルール3	P ₆ ルール6	P₁₀ ルール10

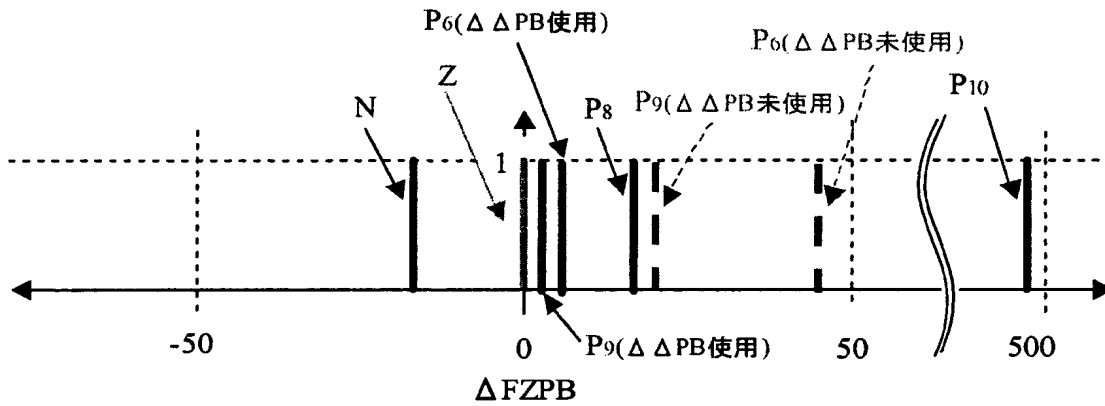
$\Delta \Delta PB = Z$:

		ΔPB		
		N	Z	P
ΔTH	N	N ルール1	N ルール4	Z ルール7
	Z	N ルール2	Z ルール5	P ₈ ルール8
	P	Z ルール3	P ₆ ルール6	P ₉ ルール9

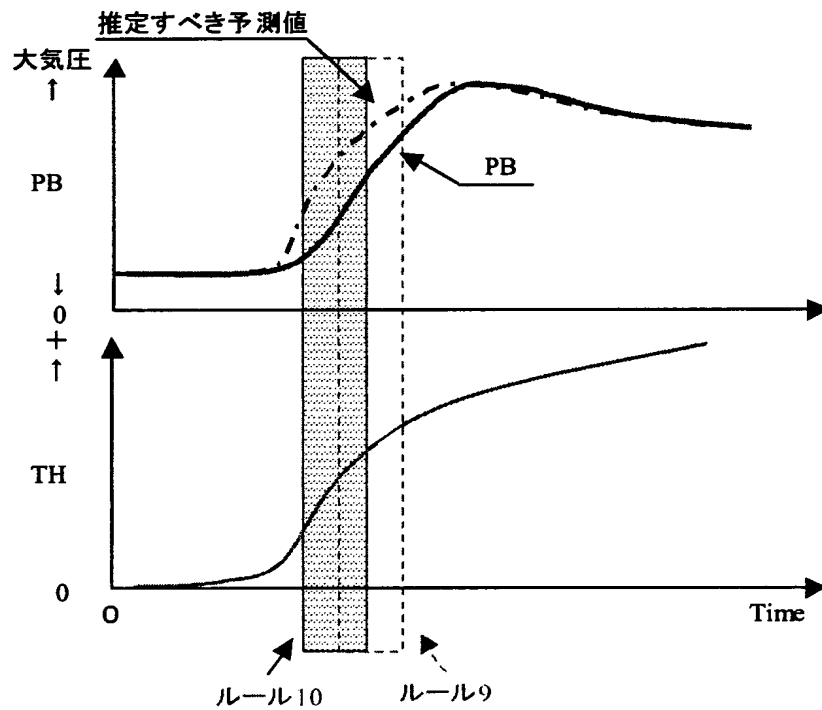
$\Delta \Delta PB = N$:

		ΔPB		
		N	Z	P
ΔTH	N	N ルール1	N ルール4	Z ルール7
	Z	N ルール2	Z ルール5	Z ルール11
	P	Z ルール3	P ₆ ルール6	P ₉ ルール9

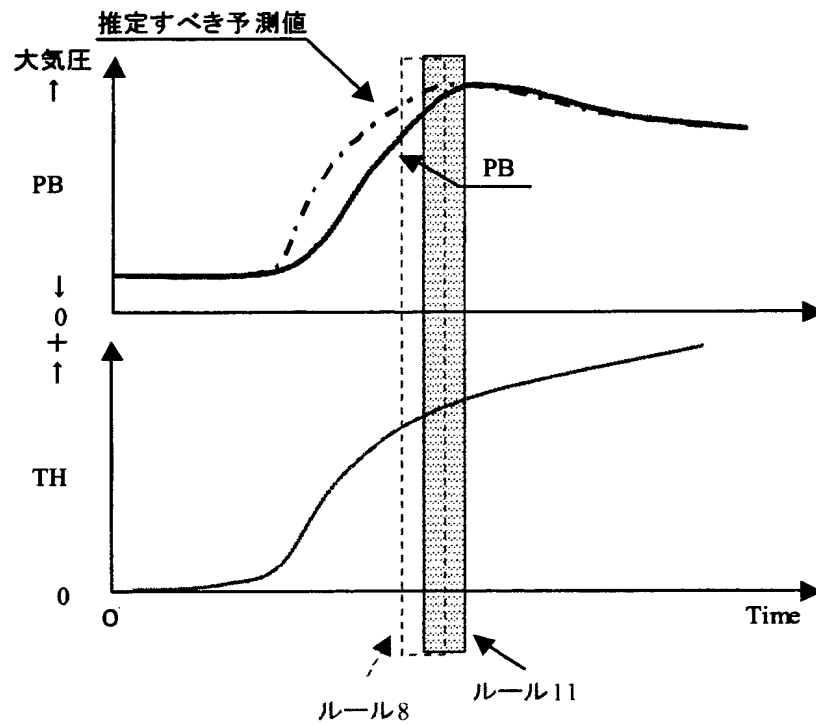
【図 2 1】



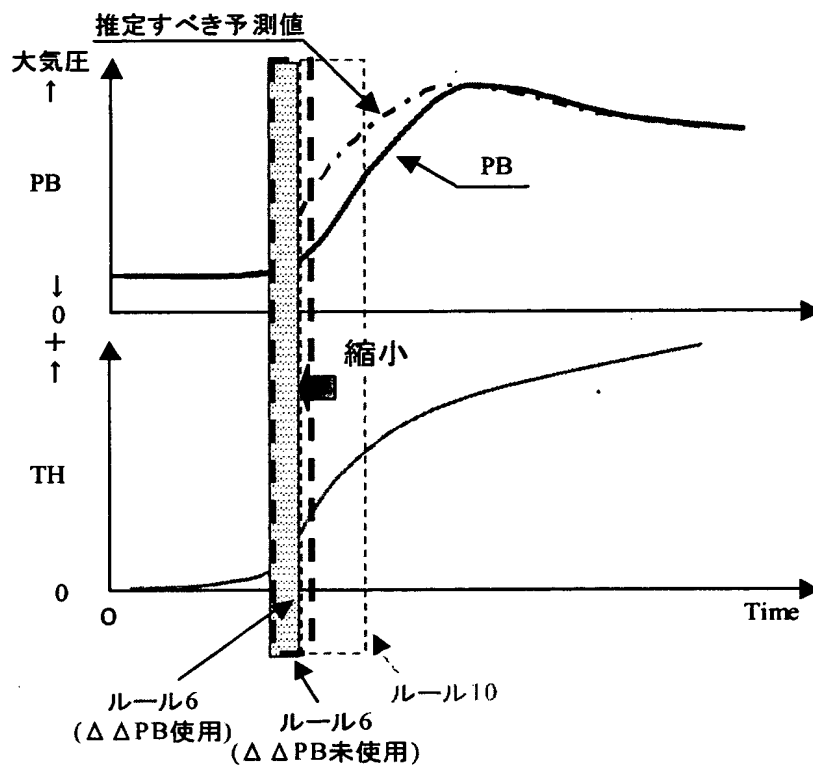
【図 2 2】



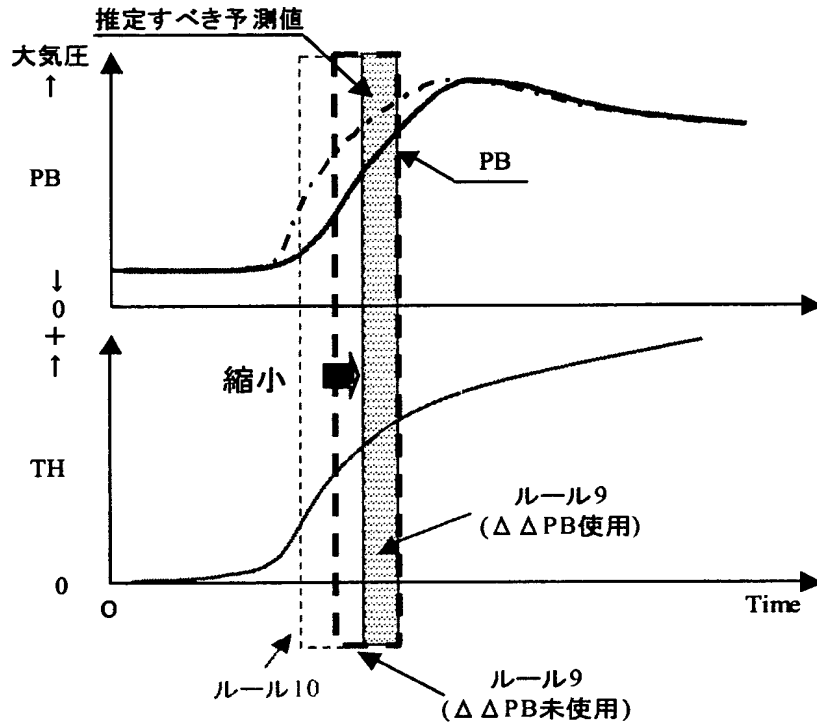
【図 23】



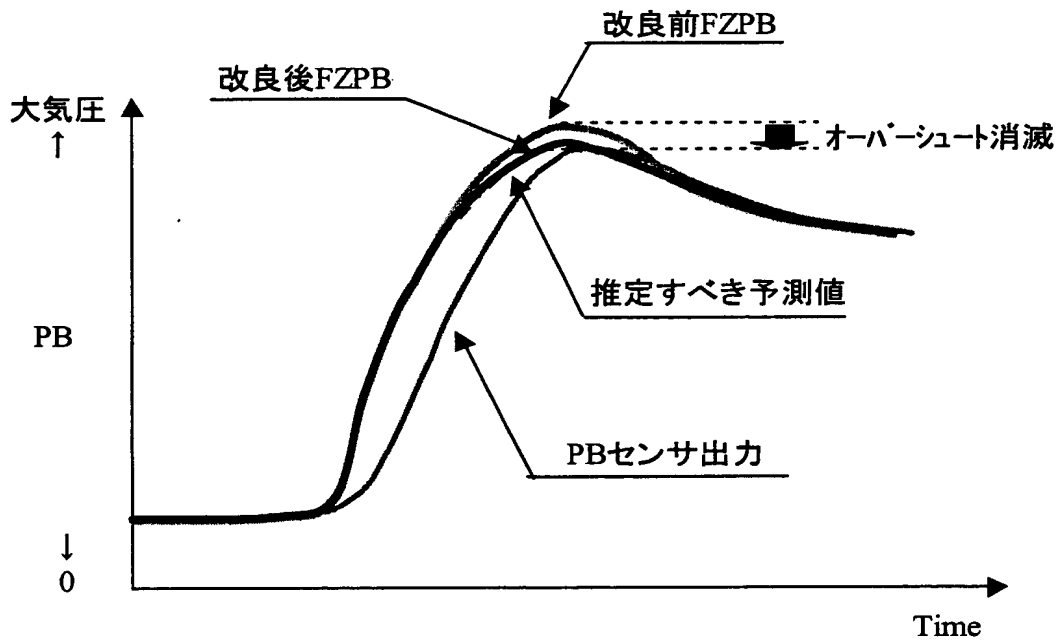
【図 24】



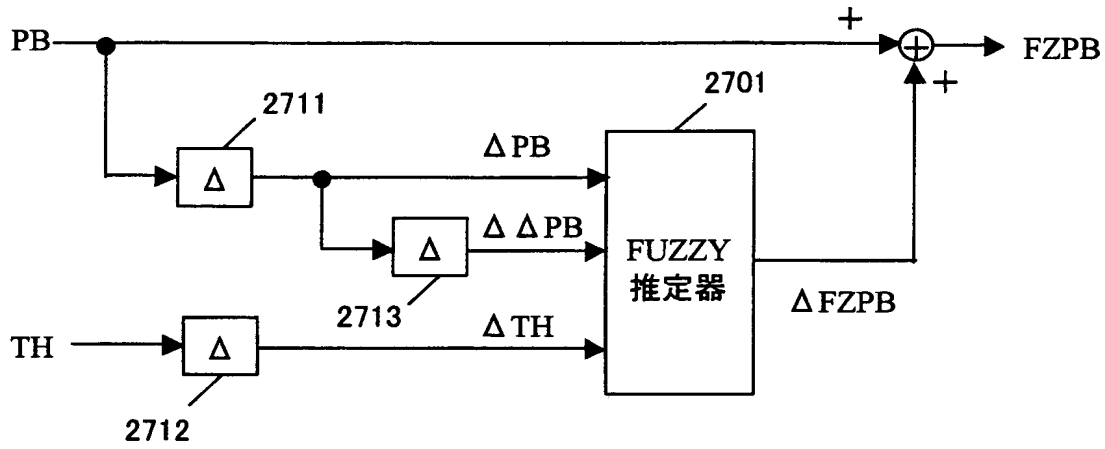
【図 25】



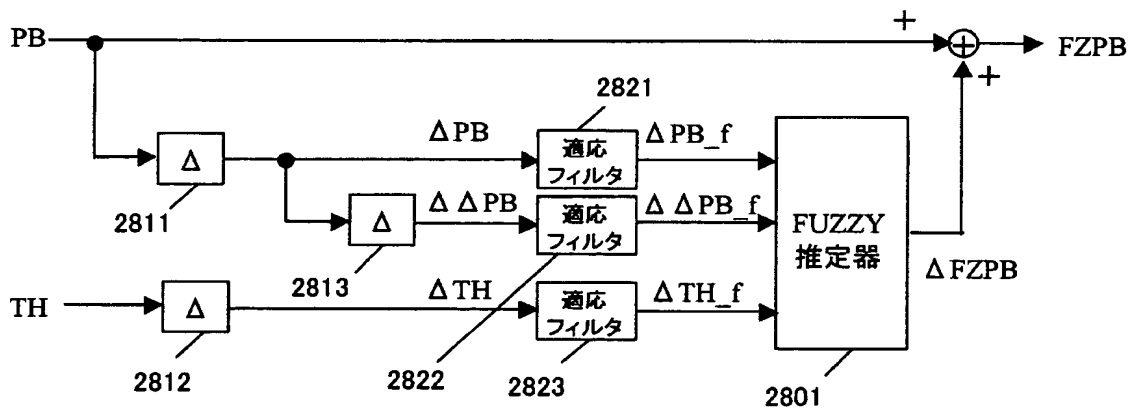
【図 26】



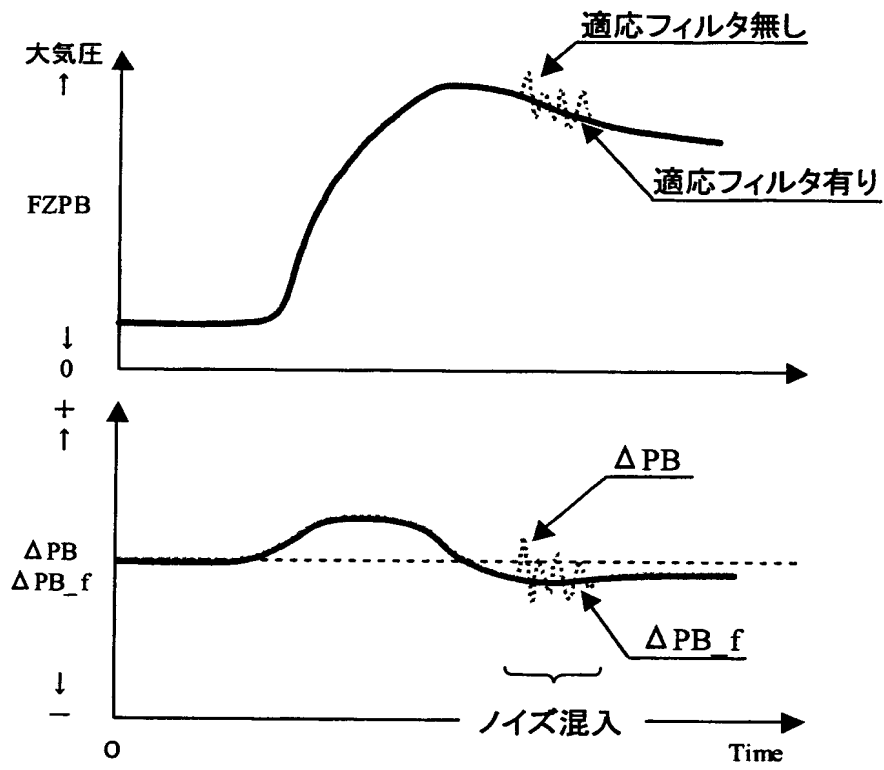
【図 27】



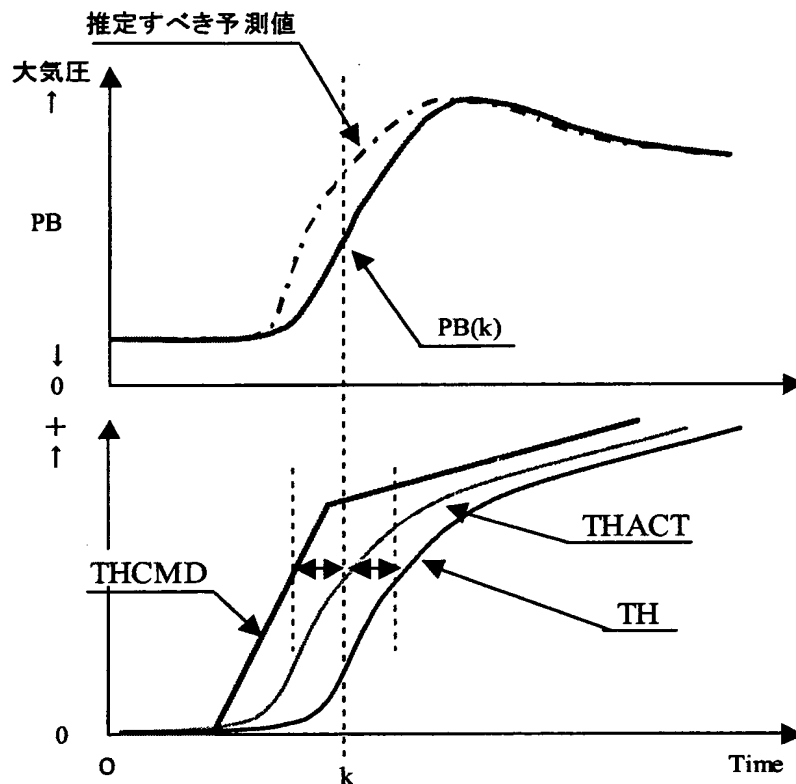
【図 28】



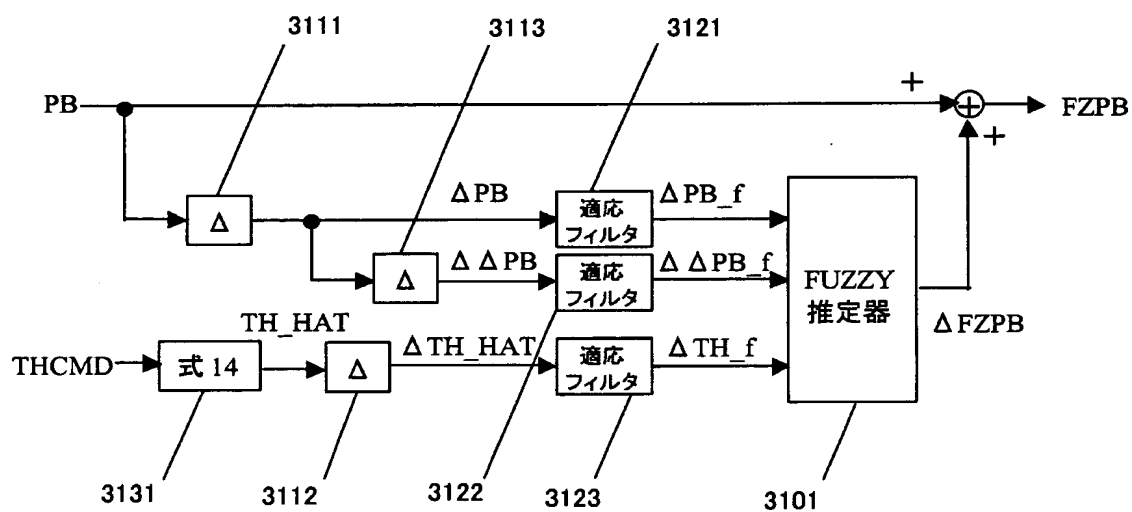
【図 2 9】



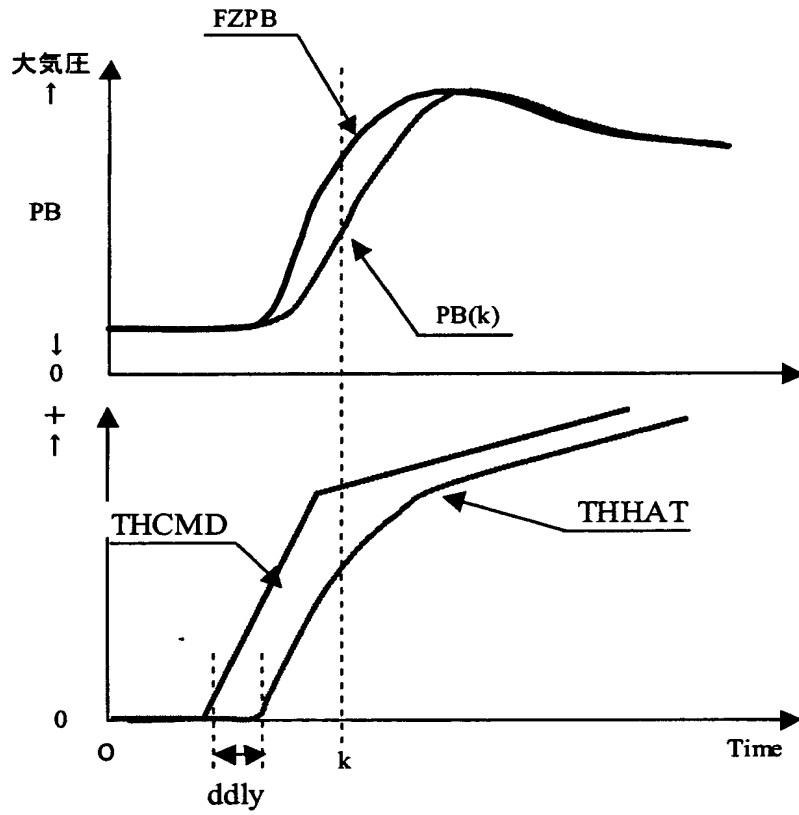
【図 30】



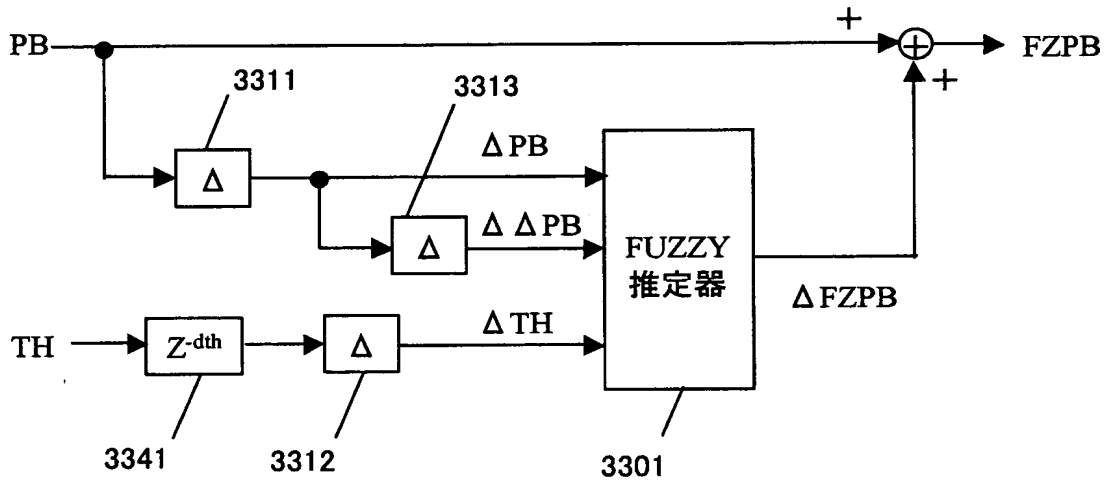
【図 31】



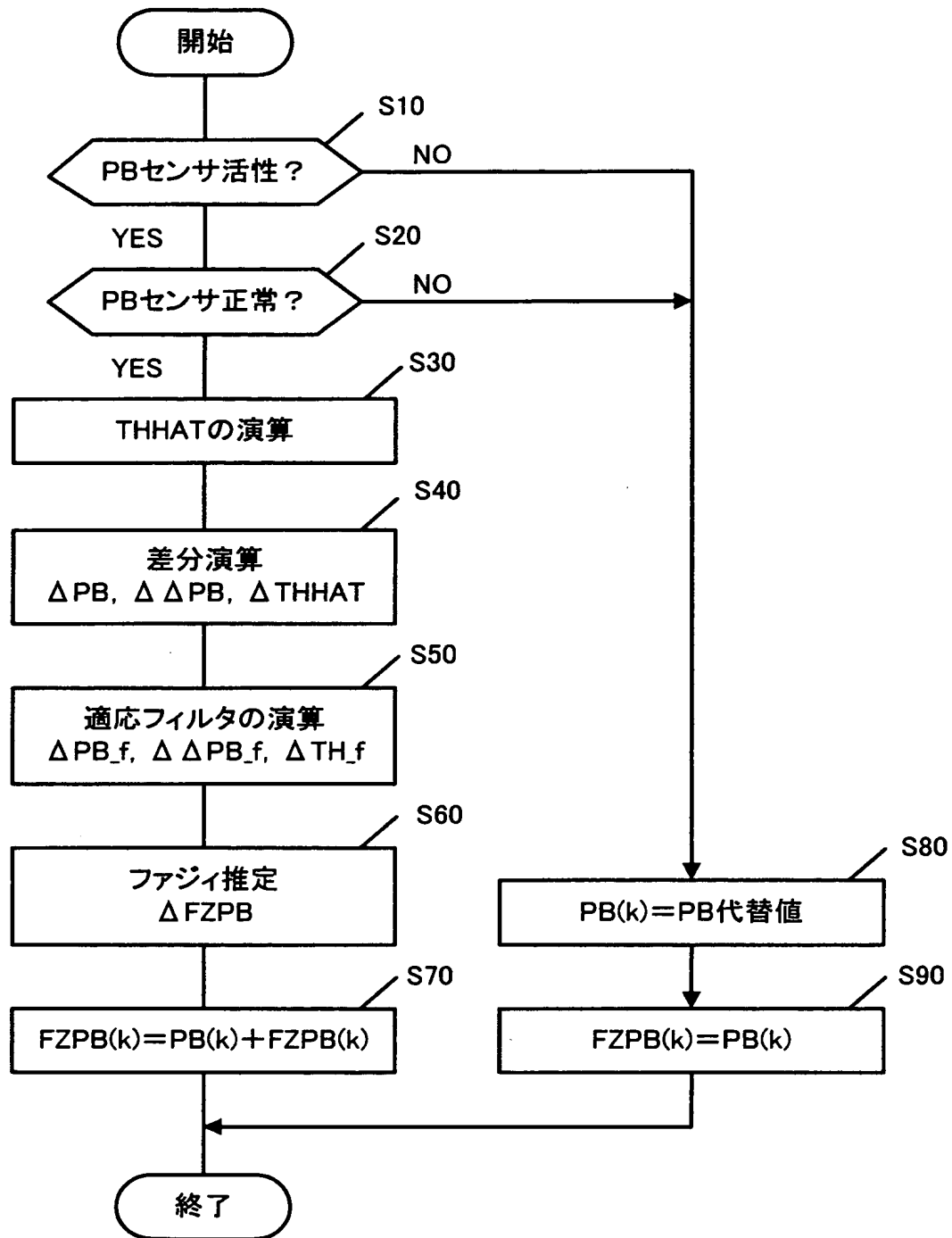
【図 3 2】



【図 3 3】



【図 34】



【書類名】要約書

【要約】

【課題】吸気管圧力値の予測値のオーバーシュートや不連続挙動を生じずに、大きくなった遅れやむだ時間を補償することができる新たな吸気管圧力値の予測アルゴリズムを提供する。

【解決手段】吸気管圧力値の差分 ($\Delta P B$) およびスロットル弁開度値の差分 ($\Delta T H$) を求めるステップと、吸気管圧力値の差分の大きさおよびスロットル弁開度値の差分の大きさに基づいて定めたファジィルールを含むファジィ推定アルゴリズムにより吸気管圧力の予測差分 ($\Delta F Z P B$) を求めるステップと、吸気管圧力値 ($P B$) と吸気管圧力の予測差分の値を加算して吸気管圧力の予測値を求めるステップとを含む。

【選択図】図3

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号 [0 0 0 0 0 5 3 2 6]

1. 変更年月日 1 9 9 0 年 9 月 6 日
[変更理由] 新規登録
住 所 東京都港区南青山二丁目 1 番 1 号
氏 名 本田技研工業株式会社